



**UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA**  
**CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS**  
**PROGRAMA DE PÓS GRADUAÇÃO EM ZOOTECNIA**

**NÍVEIS DE METIONINA + CISTINA PARA CODORNAS JAPONESAS EM FASE  
DE POSTURA SUBMETIDAS A DIFERENTES AMBIENTES TÉRMICOS**

**RANNYELLE GOMES SOUZA**

Zootecnista

AREIA – PB

2019

**RANNYELLE GOMES SOUZA**

**NÍVEIS DE METIONINA + CISTINA PARA CODORNAS JAPONESAS EM FASE DE  
POSTURA SUBMETIDAS A DIFERENTES AMBIENTES TÉRMICOS**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Zootecnia da Universidade Federal da Paraíba, como parte das exigências para obtenção do título de Mestre em Zootecnia.

**Comitê de Orientação:**

Prof. Dr. Edilson Paes Saraiva – Orientador principal

Prof. Dr. Fernando Guilherme Perazzo Costa

Prof. Dr. Ricardo Romão Guerra – Co - orientador

AREIA – PB

2019

RANNYELLE GOMES SOUZA

**NÍVEIS DE METIONINA + CISTINA PARA CODORNAS JAPONESAS EM FASE DE  
POSTURA SUBMETIDAS A DIFERENTES AMBIENTES TÉRMICOS**

Dissertação Aprovada pela Comissão Examinadora em: \_6 de Fevereiro de 2019

**BANCA EXAMINADORA**




---

Prof. Dr. Ricardo Romão Guerra  
Co - Orientador  
Universidade Federal da Paraíba-CCA



---

Dr. Jorge Cunha Lima Muniz  
Examinador  
Universidade Federal de Viçosa-UFV



---

Profa. Dra Patrícia Emília Naves Givisiez  
Examinador  
Universidade Federal da Paraíba-CCA

**Catálogo na publicação Seção de Catalogação e  
Classificação**

S729n Souza, Rannyle Gomes.

Níveis de metionina + cistina para cordões japonesas em  
fase de postura submetidas a diferentes ambientes térmicos /  
Rannyle Gomes Souza. - Areia, 2019.  
44 f. : il.

Orientação: Edilson Paes Saraiva.  
Coorientação: Ricardo Romão Gusmão.  
Dissertação (Mestrado) -  
UFPB/CCA.

1. Aminoácidos sulfurados. 2. Coturnicultura. 3.  
Estresse. 4. Nutrição. I. Saraiva, Edilson Paes. II. Gusmão,  
Ricardo Romão. III. Título.

UFPB/BC

**DEDICATÓRIA**

*Aos meus pais Cícera e Ronni e  
ao meu irmão, Luccas,  
Dedico*

## AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus, pelo dom da vida e por me conceder saúde, paz e esperança principalmente nos momentos mais difíceis, que não foram poucos, por sinal

A Nossa Senhora das graças que sempre intercede e roga por mim em todos os momentos e quando longe da minha mãe (Cícera) me colocou no teu colo e me protegeu como filha.

A minha mãe, que é o amor da minha vida, minha base, minha inspiração para ser a cada dia uma pessoa melhor, um exemplo de força, humildade e dedicação, ela, assim como Maria Santíssima, quando o vinho da vida acabava, intercedia por mim junto ao seu filho (nosso Pai Eterno).

Aos meus pais, Cícera de Jesus e Ronni Damaceno, por sempre terem confiado e acreditado no meu desejo de vencer e crescer intelectualmente.

Ao meu irmão, Luccas Victor, que sempre me apoiou e me deu a mão nos meus momentos de desânimo e compartilhou das minhas alegrias torcendo e vibrando comigo. Você “amarelo”, vai longe, tu és meu orgulho!

Ao meu orientador, prof Dr. Edilson Paes Saraiva, por todo o conhecimento transmitido, a confiança depositada, e principalmente, pelo acolhimento com que fui recebida não só por ele, mas por todos do grupo BioEt, meus sincero obrigada.

Aos meus companheiros de experimento, Kilmer de Oliveira e Lanuza, e aos meninos da graduação e que hoje alguns já fazem parte da pós-graduação, Sergio, Jessyka, Danrley, Raniere, Pavlos, meu mais sincero obrigada, obrigada por toda ajuda, obrigada por cada sorriso, sozinha, a realização dessa pesquisa não seria possível.

A Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoas de Nível Superior (CNPQ) pela concessão da bolsa de estudos.

Aos meus amigos que fiz aqui em Areia, obrigada por me ajudarem de maneira direta na construção desse sonho, eu sei que não foi fácil, porém, com a ajuda de vocês, estou quase lá, obrigada por cada conversa, cada colo e ombro para os meus choros, obrigada por todas as verdades ditas, por mais que magoassem, eu sei, eu precisava delas, e hoje, se estou melhor a aquela fase nebulosa hoje já está clariando e sei que foi graças ao nosso bom Deus e aos cuidados de vocês. Agora eu entendo que à alma também precisa ser cuidada. Muito obrigado pela amizade sincera de vocês. (aqueles que me ajudaram vão saber quem são). Sintam-se abraçados, pois é uma forma do meu coração encontrarem com o de vocês <3

Ao trio mais maravilhoso que já nasceu nesse CCA, Gabriella Cavalcante, Guilherme Medeiros e Vitória Aquino, Deus faz as coisas com perfeita maestria, e ele coloca anjos em sua vida, e disso eu não tenho dúvida alguma, obrigada meus “babys”

pela amizade sincera, muitos risos, e choro também, obrigada aos momentos festivos e pelos momentos de estudo, por toda ajuda. Vocês foram sem dúvida alguma o melhor presente que eu recebi no ano de 2018. EU AMO VOCÊS. E vou sentir muita, muita falta. Quero que saiba que o que precisarem de mim, eu estarei aqui, SEMPRE.

Ao professor Dr. Ricardo Romão Guerra, por ser meu co- orientador, pela valiosa orientação junto ao comitê, e por toda a ajuda durante o experimento e por ter aceitado presidir minha defesa. Ao professor Fernando Perazzo pela orientação junto ao comitê.

Aos meus familiares, que sempre cuidaram de mim, mesmo longe, em especial a minha Tia Tania e ao Tio Valdomiro, que cuidaram de mim como sua filha, os quais eu tive a honra e a sorte de tê-los presentes em minha vida, por estarem sempre ao meu lado nos bons e maus momentos. Muito obrigado por todo carinho e cuidado, quando minha mãezinha estava longe

A todos os professores do Programa de Pós-Graduação em Zootecnia (PPGZ), Campus II - Areia/UFPB.

A todos os meus amigos do meu Tocantins, Hellen Rosa, Ricciere Parente, Daryel Queluz, que mesmo distantes se fazem presentes há muito tempo em minha vida e os quais usufruíram momentos que estarão para sempre em meu coração.

A todos os funcionários Centro de Ciências Agrárias (CCA-UFPB) campus Areia, em especial a Dona Carmem e a Mayara que sempre me trataram com carinho de alguma forma contribuíram no desenvolvimento do trabalho.

A cidade de Areia por ter me acolhido, aqui eu aprendi muitas coisas, vi que o mundo é cruel, principalmente com aqueles que são forasteiros, mas, aprendi também que ainda existem anjos, pessoas boas, que vão lhe ajudar quando você menos esperar.

Por fim a todas as pessoas que, direta ou indiretamente colaboraram com a realização deste trabalho.

**A   TODOS   VOCÊS   MEUS   SINCEROS   E   SINGELOS  
AGRADECIMENTOS**

## SUMÁRIO

LISTA DE TABELAS.....	ix
LISTA DE FIGURAS .....	x
RESUMO GERAL .....	xi
ABSTRACT .....	xii
CONSIDERAÇÕES INICIAIS .....	13
CAPÍTULO I - REFERENCIAL TEÓRICO .....	15
1. REFERENCIAL TEÓRICO.....	16
1.1. Coturnicultura de Postura no Brasil.....	16
1.2. Zona de conforto térmico e estresse por calor .....	17
1.3. Nutrição e Temperatura Ambiente .....	19
1.4. Metionina.....	20
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	23
CAPÍTULO II. DESEMPENHO PRODUTIVO E QUALIDADE DE OVOS DE CODORNAS SUPLEMENTADAS COM NIVEIS DE METIONINA+CISTINA SUBMETIDAS A DIFERENTES AMBIENTES TÉRMICOS .....	26
1. INTRODUÇÃO .....	29
2. MATERIAL E MÉTODOS .....	30
2.1. Manejo Pré-Experimento, Instalações e Delineamento .....	31
2.2. Dietas Experimentais .....	32
2.3. Desempenho.....	34
2.4. Qualidade de ovos.....	34



3.	ANÁLISE ESTATÍSTICA .....	36
4.	RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	36
4.1.	Desempenho produtivo .....	36
4.2.	Qualidade de ovo .....	38
5.	CONCLUSÕES .....	41
	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	42

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Dietas experimentais contendo três níveis de suplementação de Metionina + Cistina em quatro temperaturas para codornas japonesas na fase de postura. ....	33
Tabela 2. Desempenho de codornas em fase de postura em função dos níveis de metionina + cistina digestível em quatro temperaturas. ....	37
Tabela 3. Qualidade de ovos de codornas em função em função dos níveis de metionina + cistina digestível em 4 temperaturas. ....	<b>Erro! Indicador não definido.</b>

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Representação esquemática da zona de termoneutralidade (MATARAZZO, 2004). ...	17
Figura 2. Termorregulação no organismo animal. (FURLAN, 2006) .....	19
Figura 3. Esquema geral da sala de controle e câmaras climáticas .....	32

## NÍVEIS DE METIONINA + CISTINA PARA CODORNAS JAPONESAS EM FASE DE POSTURA SUBMETIDAS A DIFERENTES AMBIENTES TÉRMICOS

### RESUMO GERAL

A coturnicultura no Brasil vem se consolidando como atividade rentável, que apresenta características como pequena exigência de espaço, baixo consumo de ração, pequeno intervalo de gerações, maturidade sexual precoce, rusticidade e alta taxa de crescimento inicial. Levando em consideração que o Brasil está localizado ao sul da linha do Equador, na faixa mais quente do globo terrestre especialmente no verão, entende-se que se deve atentar prioritariamente para os problemas relativos ao estresse por calor. Objetivou-se neste trabalho avaliar se a Metionina+Cistina minimizam os efeitos deletérios do estresse térmico na produção e qualidade de ovos de codornas de postura. O estudo foi realizado no município de Areia / PB e um total de 504 codornas japonesas (*Coturnix coturnix japonica*) foi utilizada em fase de produção aos 54 dias de vida. Os animais foram distribuídos em gaiolas, conforme o delineamento experimental inteiramente casualizado em esquema fatorial 3x4, sendo três níveis de metionina+cistina (NRC 100%, 110% e 120%) e quatro temperaturas (20, 24, 28 e 32 °C) representando faixas de termoneutralidade e de estresse térmico, totalizando doze tratamentos com seis repetições de sete aves cada, totalizando 72 parcelas.. As características de desempenho avaliadas, no ensaio experimental, foram: consumo de ração, porcentagem de postura, porcentagem de ovos íntegros, peso médio dos ovos, massa de ovos, conversão alimentar por dúzia e por massa de ovos produzidos. As características de qualidade avaliadas foram: gravidade específica, porcentagens de gema, albúmem e casca, espessura da casca, peso da casca, unidade Haugh e cor de gema. Não foi observada ( $p > 0,05$ ) na interação dos fatores metionina+cistina e faixas de temperaturas sobre as variáveis relacionadas a desempenho e qualidade de ovos. A temperatura das câmaras climáticas influenciou no desempenho e na qualidade dos ovos, a medida que a mesma foi aumentada, os resultados foram piorados, exceto para a cor de gema, que não foi influenciado pelo tratamento de temperatura. Sendo assim, para codornas japonesas em fase de postura, uma faixa de temperatura entre 20 a 28°C é indicada, tendo em vista que nessa faixa os parâmetros tanto de desempenho como de qualidade do ovo não foram afetados. E recomenda-se que se faça o uso do nível mais baixo (100%) da DL-metionina+ cistina, tornando-se mais viável economicamente ao produtor, já que a suplementação de Metionina+ Cistina não reverteu os efeitos deletérios do estresse térmico na produção e qualidade os ovos.

**Palavras-chave:** aminoácidos sulfurados, coturnicultura, estresse, nutrição

**METHYLINA + CISTINE LEVELS FOR JAPANESE QUALIS IN POSTURE PHASE  
SUBMITTED TO DIFFERENT THERMAL ENVIRONMENTS**

**ABSTRACT**

Coturniculture in Basil has been consolidated as a profitable activity, which presents characteristics such as small space requirement, low feed intake, small generation interval, early sexual maturity, rusticity and high initial growth rate. Considering that Brazil is located south of the line of Ecuador, in the hottest part of the globe especially in summer, it is understood that priority should be given to problems related to heat stress. The objective of this work was to evaluate if the Methionine + Cystine minimizes the deleterious effects of heat stress on the production and egg quality of laying quails. The study was conducted in the city of Areia / PB and a total of 504 Japanese quail (*Coturnix coturnix japonica*) was used in the production phase at 54 days of life. The animals were distributed in cages, according to a completely randomized 3x4 factorial design, with three levels of methionine + cystine (NRC 100%, 110% and 120%) and four temperature ranges (20, 24, 28 and 32 ° C) representing thermoneutrality and thermal stress ranges, totaling twelve treatments with six replicates of seven birds each, totaling 72 plots. The performance characteristics evaluated in the experimental trial were: feed intake, laying percentage, egg percentage egg mass, feed conversion per dozen and mass of eggs produced. The quality characteristics evaluated were: specific gravity, percentages of yolk, albumen and bark, bark thickness, eggshell weight and Haugh unit and yolk color. It was not observed ( $p > 0.05$ ) in the interaction of the methionine + cystine factors and temperature ranges on the variables related to performance and egg quality. The temperature of the climatic steers influenced egg performance and egg quality, as the egg temperature was increased, the results were worse, except for the yolk color, which was not influenced by the temperature treatment. Thus, for Japanese laying quails, a temperature range between 20 and 28 ° C is indicated, since in this range both performance and egg quality parameters were not affected. It is recommended to use the lowest level (100%) of DL-methionine + cystine, making it more economically viable to the producer, since the supplementation of Methionine + Cystine did not reverse the deleterious effects of thermal stress in the production and quality eggs.

**Key words:** amino acids, coturniculture, stress, nutrition

## CONSIDERAÇÕES INICIAIS

A crescente demanda por produtos derivados da avicultura vem alavancando o setor e exigindo alta produção com qualidade e sustentabilidade. Para se manter em níveis competitivos a avicultura melhorou os seus índices produtivos alcançando ótimos parâmetros zootécnicos. Melhorias na genética, manejo, ambiência e nutrição que garantem que as aves consigam expressar todo o seu potencial e produzir com eficiência.

Entre as criações avícolas brasileiras, a criação de codornas, que apresenta características como pequena exigência de espaço, baixo consumo de ração, pequeno intervalo de gerações, maturidade sexual precoce, rusticidade e alta taxa de crescimento inicial. Estes fatores possibilitaram a caracterização da codorna como excelente ave, tanto para produção de carne como de ovos, em diferentes regiões do país. Sendo assim, a coturnicultura transformou-se de atividade alternativa para atividade de exploração comercial lucrativa dentro do cenário da produção avícola brasileira.

Por possuir altas temperaturas em sua maior extensão, no Brasil, a produção das codornas de postura pode acabar sendo prejudicada, o estresse por altas temperaturas afeta negativamente a performance das poedeiras, diminuindo o consumo, o ganho de peso vivo e a eficiência (DONKOH, 1989; SIEGEL, 1995), diminui o peso do ovo (PEGURI & COON, 1991; CARVALHO et al., 2012) a produção de ovos e diminui a qualidade e a espessura da casca do ovo (DEATON et al., 1981; BUNCHASAK & SILAPASORN, 2005; MACK et al., 2013).

Nesse contexto, existe uma faixa de temperatura ambiental na qual o animal mantém sua homeotermia, com o mínimo de esforço dos mecanismos termorregulatórios e, na qual, o metabolismo normal fornece quantidade de calor necessária para manter a temperatura corporal adequada às atividades fisiológicas do organismo. Essa faixa de temperatura é conhecida como zona de termoneutralidade (FURLAN & MACARI, 2008), dentro da qual o animal encontra condições ideais para expressar todo o seu potencial genético produtivo.

Ademais, para adequada nutrição dos animais, é essencial o fornecimento de uma dieta equilibrada, visando a maior eficiência alimentar e, conseqüentemente, redução dos nutrientes excretados. Visando buscar metodologias e tratamentos que possam minimizar os efeitos deletérios do estresse térmico sob a produção de ovos na avicultura comercial, a suplementação com metionina, primeiro aminoácido limitante para aves, fundamental para o desenvolvimento corporal e reprodutivo de galinhas poedeiras, parece ser uma dessas alternativas. Sendo assim, o uso de aminoácidos essenciais como a metionina, que é considerada o primeiro aminoácido limitante para aves, sendo ele primordial para manutenção, crescimento, produção e desenvolvimento das penas, além de ser um dos principais doadores do grupamentometil no metabolismo animal, este que é responsável

pela formação da colina, cisteína, creatina, carnitina, adrenalina e da melatonina (LEESON & SUMMERS, 2001).

Diante do exposto, objetivou-se avaliar se a Metionina + Cistina minimizam os efeitos deletérios do estresse térmico na produção e qualidade de ovos de codornas de postura.

## **CAPÍTULO I - REFERENCIAL TEÓRICO**



## 1. REFERENCIAL TEÓRICO

### 1.1. Coturnicultura de Postura no Brasil

A *Coturnix coturnix japonica*, é a espécie de codorna mais difundida no país. Esta linhagem apresenta baixo peso corporal (média de 160g), utilizada para produção de ovos. Ao final do período produtivo, as aves também são utilizadas para produção de carne. A alta produtividade (média de 300 ovos/ano) está associada a fatores como o rápido crescimento, a precocidade produtiva, a maturidade sexual (35 a 42 dias), a grande longevidade associada à alta produção (14 a 18 meses), além da viabilidade econômica com a necessidade de pequenos espaços para grandes populações e o pequeno investimento inicial (PASTORE et al., 2012).

A expansão da coturnicultura brasileira vem sendo evidenciada pela intensificação dos processos de criação, pelo aumento dos volumes de produção e pela demanda de maximização da eficiência técnico-econômica do capital investido. Vale ressaltar que o setor avícola passou por diversas transformações nos últimos anos e tem buscado cada vez mais aperfeiçoar as técnicas e alternativas para alcançar excelente padrão de qualidade, com preços competitivos além de se preocupar com o bem-estar animal.

Se comparadas às galinhas poedeiras, que iniciam a postura em torno dos 120 dias de idade, as codornas são muito mais precoces, pois iniciam a postura com menos de 40 dias. E podem produzir até cinco gerações por ano. Além disso, são mais tolerantes a temperaturas elevadas e as doenças que normalmente acometem outras aves (QUEVEDO FILHO, 2012).

As codornas são originárias do norte da África, da Europa e da Ásia, pertencendo à família dos *Fasianídeos* e da sub-família dos *Perdicinidae*, sendo assim, da mesma família das galinhas e perdizes (PINTO et al., 2003). Os primeiros escritos a respeito dessas aves datam do século XII e registram que eram criadas em função do seu canto. De acordo com PINTO et al. (2003), as codornas melhoradas foram introduzidas no Brasil na década de cinquenta, mas já existiam as codornas selvagens espalhadas pelo país.

O grande desenvolvimento da avicultura de postura brasileira pode ser explicado pelo fato da atividade propiciar uma das mais importantes fontes de proteína de origem animal. De acordo com TURATTI et al. (2002), o ovo é considerado um alimento nutricionalmente completo e é uma das melhores opções para solucionar os problemas de nutrição na América Latina. O ovo possui um alto valor nutritivo, perdendo apenas para o leite materno, além de ser de baixo custo, tornando-se acessível a todas as classes sociais.

Assim, considerando o crescimento e o desenvolvimento da coturnicultura, destacado pelo incremento do número de codornas alojadas (6,2 milhões de aves alojadas em 2002 contra a alojamento em 2010 de 14,68 milhões) juntamente com o aumento do consumo de ovos per capita

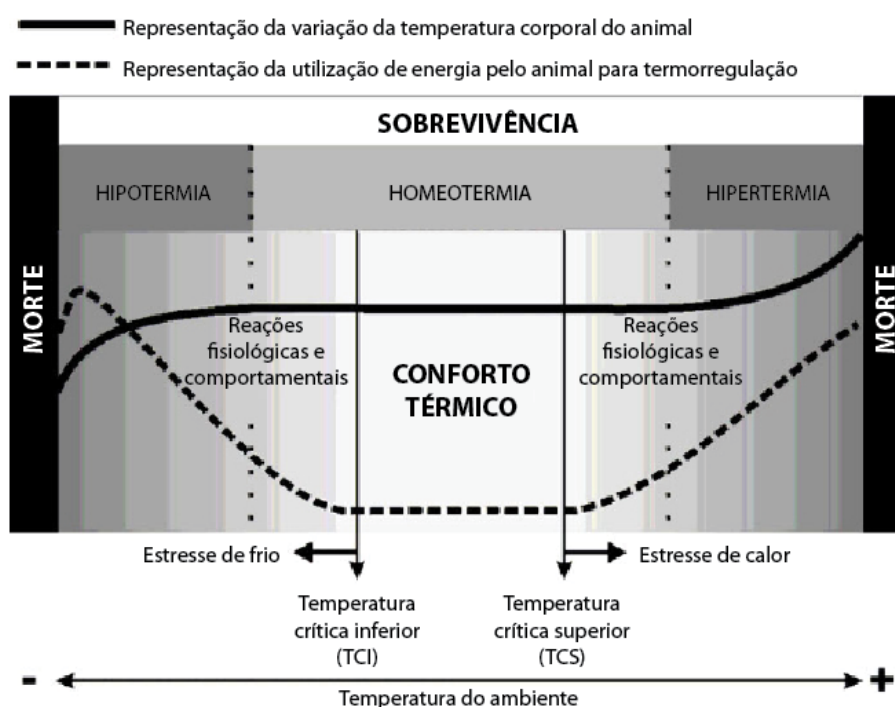
anual, de cinco ovos de codorna por pessoa na década de 90 para uma estimativa em 2010 de 14 ovos por ano, ainda com a perspectiva de que em 2020 estarão alojadas mais de 36 milhões de aves, permitindo consumo per capita da ordem de 30 ovos de codorna por ano (BERTECHINI, 2010).

Segundo CARVALHO (2012), em países de clima tropical, como é o caso do Brasil, um dos grandes desafios à produção, tanto de carne quanto de ovos, são os fatores ambientais, os quais limitam o bem-estar e a produtividade das aves e consequentemente a qualidade final desse produto. A inclusão de metionina + cistina na dieta das codornas pode ser promissora para a disponibilização desse produto para o mercado consumidor.

## 1.2. Zona de conforto térmico e estresse por calor

As aves são animais homeotérmicos, ou seja, mantêm sua temperatura corporal constante ou variando dentro de estreitos limites, enquanto a temperatura externa pode apresentar variações apreciáveis (RODRIGUES, 2006). Quando submetidas a condições de termoneutralidade não apresentam alterações graves em seu desempenho, entretanto, podem ter seus índices de produção afetados por problemas sanitários, de qualidade genética inferior, manejo inadequado e nutrição (Figura 1).

Porém a exposição desses animais a condições térmicas desfavoráveis, como temperaturas e umidades relativas do ar acima da zona de conforto térmico, resulta em aumento da temperatura corporal e alcalose respiratória, como consequência, ocorre um impacto negativo sobre o desempenho do animal, onde a eficiência alimentar, taxa de crescimento, sobrevivência, consumo de alimento e produção de ovos, são afetados (FURLAN, 2006).



**Figura 1.** Representação esquemática da zona de termoneutralidade (MATARAZZO, 2004).

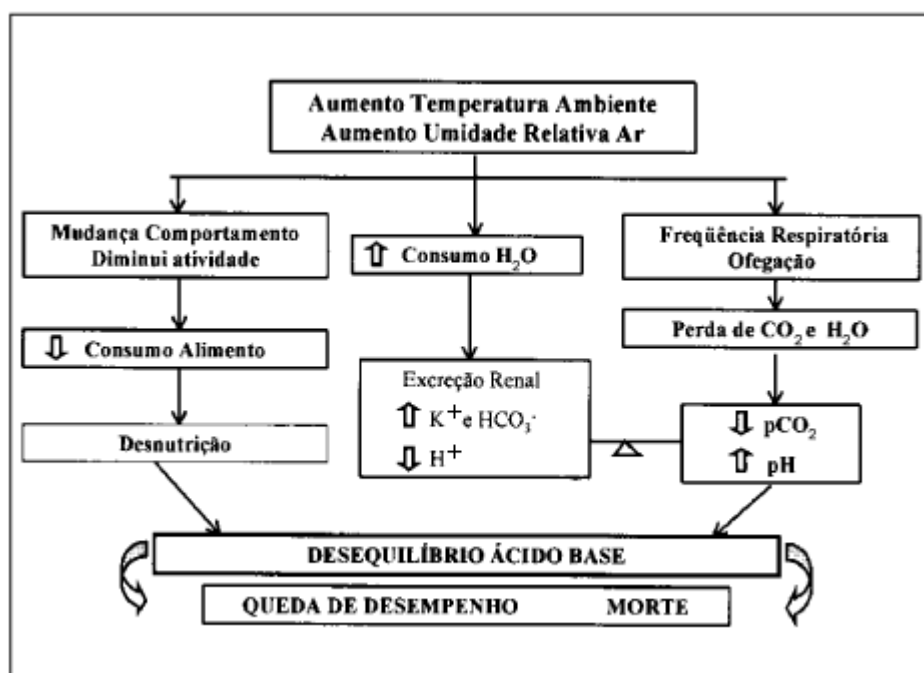
A faixa de termoneutralidade é dependente de diversos fatores, sendo alguns ligados ao animal, como peso, idade, estado fisiológico, genética e, outros ligados ao ambiente, como energia da dieta, ventilação ambiente, características físicas das instalações, temperatura, umidade relativa do ar, entre outros (FURLAN & MACARI, 2008).

Assim, por serem animais homeotérmicos, as aves dispõem de um centro termorregulador localizado no hipotálamo, capaz de controlar a temperatura corporal, independente das variações térmicas do ambiente externo, através de mecanismos fisiológicos e respostas comportamentais mediante a produção (termogênese) e liberação de calor (termólise), determinando assim a manutenção da temperatura corporal normal (MACARI et al., 2001). Os mecanismos que regulam a temperatura do corpo do animal funcionam através dos termorreceptores que se localizam no hipotálamo. Para manter a temperatura fisiológica, as aves possuem um centro termorregulador, localizado no sistema nervoso central, em que o hipotálamo é o responsável pelos mecanismos fisiológicos e reações comportamentais que controlam e mantêm a temperatura corporal por meio da produção e liberação de calor (ABREU; ABREU, 2004)

Dentre os fatores ambientais, os térmicos são os que mais trazem prejuízos. Temos como exemplo a temperatura do ar, a radiação térmica e a umidade. As aves apresentam a capacidade de manter sua temperatura interna relativamente constante. Entretanto, em condições de temperaturas ambientais aumentadas, as mesmas terão dificuldades em mantê-las e assim, podem resultar em alterações fisiológicas que causarão prejuízo ao produtor. (FILHO, 2004). O estresse por altas temperaturas afeta negativamente a performance das poedeiras, diminuindo o consumo, o ganho de peso vivo e a eficiência (DONKOH, 1989; SIEGEL, 1995), ainda aumenta a gordura celomática, diminui o peso do ovo (PEGURI & COON, 1991; CARVALHO et al., 2012; BUNCHASAK & SILAPASORN, 2005), a produção de ovos e diminui a qualidade e a espessura da casca do ovo (DEATON et al., 1981; BUNCHASAK & SILAPASORN, 2005; MACK et al., 2013).

Quando expostos ao calor, esses animais ativam mecanismos fisiológicos responsáveis pela dissipação de calor e diminuem sua produção metabólica. Simultaneamente, alteram seu comportamento, abrindo as asas e mantendo-as afastadas do corpo, também aumentam o fluxo sanguíneo para a superfície corporal a fim de facilitar a dissipação do calor para o ambiente. Se ainda não for suficiente, há o aumento da frequência respiratória, ocasionando perdas excessivas de dióxido de carbono ( $\text{CO}_2$ ). Assim, a pressão parcial de  $\text{CO}_2$  ( $\text{pCO}_2$ ) diminui, levando à queda na concentração de ácido carbônico ( $\text{H}_2\text{CO}_3$ ) e hidrogênio ( $\text{H}^+$ ). Em resposta, os rins elevam a excreção de  $\text{HCO}_3^-$  e reduzem a excreção de  $\text{H}^+$  tentando manter o equilíbrio ácido base. Esta alteração é denominada alcalose respiratória (Furlan&Macari, 2008) resulta na diminuição da qualidade e quantidade dos ovos devido a redução da formação do carbonato de cálcio que é usado na formação da casca dos ovos (Figura 2).

Entre as respostas fisiológicas compensatórias das aves, quando expostas ao calor, inclui-se a vasodilatação periférica, resultando em aumento na perda de calor não evaporativo. Assim, na tentativa de aumentar a dissipação do calor, a ave consegue aumentar a área superficial, mantendo as asas afastadas do corpo, eriçando as penas e intensificando a circulação periférica. A perda de calor não evaporativo pode também ocorrer com o aumento da produção de urina, se esta perda de água for compensada pelo maior consumo de água fria.



**Figura 2.** Termorregulação no organismo animal (FURLAN, 2006).

### 1.3. Nutrição e Temperatura Ambiente

Segundo GONZALES (2005), nutrição é a ciência que estuda a relação entre um organismo e a sua fonte de alimentação, descrevendo desde os processos de apreensão do alimento, digestão, metabolização e excreção de nutrientes obtidos do meio externo, até as taxas apropriadas que os elementos nutritivos devem fornecer para a otimização da manutenção, saúde e processos produtivos de qualquer ser vivo. Por consequência, tem como objetivo final a formulação de uma dieta balanceada, conhecendo-se a qualidade da fonte de alimentação e as exigências nutricionais de cada espécie, categoria e estágio produtivo do ser em estudo. Além disso, a boa nutrição é também dimensionada, em função das condições ambientais a que o animal está submetido, principalmente a temperatura.

As proteínas e aminoácidos são de fundamental importância na alimentação animal, visto que estão intimamente relacionados com os processos vitais das células e, consequentemente, do organismo. Os aminoácidos são utilizados em várias vias metabólicas para sintetizar proteínas que o animal utiliza para o crescimento, reprodução, defesa imunológica e formação de penas e anexos da pele. Além disso, podem ser catabolizadas para suprimento energético pela via gliconeogênica.

Os aminoácidos são classificados como: essenciais e não-essenciais. Os essenciais são aqueles que o animal não sintetiza ou não o faz em quantidade suficiente para atender às exigências do organismo, devendo estes, ser fornecidos através da ração. Já os chamados "não-essenciais", são aqueles que o organismo sintetiza para atender à demanda para síntese proteica.

Dentre os aminoácidos essenciais, a metionina é considerada o primeiro aminoácido limitante para aves, sendo primordial para manutenção, crescimento, produção e desenvolvimento das penas. Além de ser um dos principais doadores do grupamento metil no metabolismo animal, esse que é responsável pela formação da colina, cisteína, creatina, carnitina, adrenalina e da melatonina (LEESON & SUMMERS, 2001).

#### **1.4. Metionina**

Está bem estabelecido que a proteína dietética produz uma alta taxa de calor, afetando negativamente o desempenho das aves durante os períodos de altas temperaturas ambientais. sendo assim, AUSTIC (1985); WALDROUP et al. (1976) e WALDROUP (1982), recomendaram uma redução do conteúdo protéico dietético com uma adequada suplementação de aminoácidos essenciais para aliviar os efeitos negativos de estresse por calor.

Os principais aminoácidos sulfurosos de relevância para a nutrição animal são a metionina e a cistina, denominados aminoácidos sulfurosos, pois contem enxofre em sua estrutura química, o que nenhum dos demais aminoácidos envolvidos na formação de proteína animal possui (LEWIS, 2003) A cistina também utilizada para a síntese proteica, formação da pele, penas e pêlos, sendo fundamental frente ao estresse e ao status inflamatório (TESSERAUD et al. 2009).

A metionina (2-amino-4metiltiol ácido butírico) é um aminoácido essencial para todas as espécies de animais superiores (LESSON SUMMERS, 2001; LEWIS, 2003; NRC, 1994). A cisteína, por outro lado, pode ser sintetizada a partir da metionina, sendo classificada como aminoácido não essencial (RODWELL, 2006). De forma geral, a molécula de cisteína é muito instável e pode ser facilmente oxidada no seu dímero, a cistina (LEWIS, et al. 2003) por isso, a exigência de aminoácidos sulfurados das rações normalmente é expressa como metionina+ cistina.

Existem diferentes fontes de metionina disponíveis no mercado, passíveis de serem utilizadas na fabricação de rações animais. Dentre elas, destaca-se a DL-Metionina (DLM) na forma em pó e em líquida e a metionina hidróxi análoga (MHA), também na forma em pó e líquida. A DL-Metionina (DLM): é uma mistura racêmica entre as formas L (50%) e D (50%) em pó, apresenta 99% de atividade; DL-Metionina- Na (DLM-Na): mistura racêmica entre as formas L (50%) e D (50%) do sal de sódio na forma líquida, com 40% de atividade; A Metionina hidróxi-análoga-ácido livre (MHAAL): apresenta-se sob a forma líquida com 88% de atividade de metionina; Já a sal de cálcio de metionina hidróxi-análoga (MHA-Ca): em pó apresenta cerca de 12% de cálcio e 84% de atividade de MHA (LEITE et al. 2009).

A metionina desempenha um papel muito importante no metabolismo das aves como doador de grupos metil ativos; tal reação ocorre após a conversão em S-adenosilmetionina (D'MELLO, 2003). Também é responsável pelo fornecimento de enxofre para a síntese de outros componentes químicos que o apresentam na sua composição (WU et al. 2005) e fundamental para a síntese de taurina, um dos aminoácidos mais abundantes no organismo, que age como um transmissor neuroinibidor, e também na formação da glicina, essencial na formação dos ácidos biliares.

Pesquisa realizada por PAVAN et al. (2005), usando três níveis de proteína bruta (14, 15,5 e 17%) e de aminoácidos sulfurados (0,57, 0,64 e 0,71%) constatou que o peso do ovo e a porcentagem de albúmen aumentaram com a elevação dos níveis de metionina + cistina.

A DL-Metionina é absorvida por transporte ativo (co-transporte ativo de sódio), enquanto a MHA utiliza o transporte mediado por carreadores. Esta diferença quanto ao sistema utilizado entre as fontes (DLM e MHA) se deve ao fato de não possuírem a mesma estrutura química, já o transporte mediado por carreadores, nesse caso, é menos eficiente do que o transporte ativo (NELSON & COX, 2014).

No entanto, a forma D é inativa biologicamente para o organismo, sendo assim, os isômeros D, após a absorção, precisam ser convertidos no fígado para a forma L para serem utilizados como componentes de proteína (BERTECHINI, 2012). Apesar do organismo do animal ser capaz de realizar esta conversão, existe um gasto energético, visto que há necessidade de produção das enzimas catalíticas utilizadas nestas reações.

Todavia, para que os isômeros sejam convertidos na forma L (biologicamente ativa), as fontes de metionina precisam ser absorvidas pelo organismo animal. Essa absorção tem a membrana das células epiteliais como barreira natural. Assim, durante o processo de conversão das formas dos isômeros no organismo animal parte da metionina pode ser perdida reduzindo a disponibilidade ativa deste aminoácido para a ave (WILLEMSSEN et al., 2011).

Esta substituição é realizada no fígado das aves, onde os isômeros sofrem oxidação e posteriormente são convertidos. Nesse sentido, o isômero L da DL -Metionina não necessita sofrer alteração para ser utilizado na síntese proteica. Além disso a metionina possui complexo metabolismo, denominado ciclo da metionina ou da homocisteína, que pode ser dividido em três etapas distintas: metilação, remetilação e transulfuração.

**Metilação:** é a primeira etapa do ciclo, quando a enzima metionina-adenosil-transferase catalisa a transferência de uma molécula de ATP para a metionina, transformando-a em S-adenosil-metionina. Posteriormente, ocorre a metilação de grupo metil, formando S-adenosil-homocisteína; nessa fase ocorrem 2 processos importantes, um deles é a doação do grupo metil a passagem da L-metionina para L-homocisteína e o segundo é a formação de poliaminas (espermidina, putrescina e espermina) que são encontradas em altas concentrações em locais onde

existe elevada divisão celular (GRIMBLE, 2009). Assim, com elevada produção de macrófagos e outras células do sistema imunes e necessitam de grandes quantidades de poliamidas para executar essa função normalmente.

**Remetilação:** o retorno da homocisteína a metionina, e que só é possível pela ação de duas enzimas, a metionina-sintetase e a betaína-homocisteína-metil transferase. Estudos mostram evidências de que a remetilação da homocisteína poderia ser realizada em 50% pela metionina-sintetase e 50% pela betaína-homocisteína-metiltransferase. Entretanto, em estudo recente PILLAI et al. (2006), verificaram que frangos de corte alimentados a vontade, sem restrições de vitamina B6 (piroxidina), B12 (cianocobalamina) e de ácido fólico, possuem a maior parte da remetilação da homocisteína para metionina através da enzima metionina-sintetase, que catalisa a reação entre a homocisteína e o 5-metil-tetra-hidrofolato (derivado no ácido fólico) como doador de grupo metil. Durante o processo de remetilação não existe perda líquida de ácido fólico ou de seus produtos derivados, graças ao ciclo do ácido fólico. O tetra-hidrofolato recebe um grupo metil do aminoácido serina e assim pode retornar a 5-metil-tetra hidrofolato, dando continuidade às reações de remetilação.

**Transulfuração:** Possui duas funções principais: Fazer com que ocorra o catabolismo da cadeia de carbono da metionina, que se transforma em  $\alpha$ -cetoglutarato, e depois a propionil-CoA, que entra do ciclo de Krebs como succinil-CoA; e a transferência do grupo enxofre da metionina para a L- Serina, formando uma molécula de cisteína, que por sua vez é responsável por formar vários componentes corporais importantes:

- Cistina: formada por duas moléculas de cisteína, e está presente principalmente na proteína corporal e nas penas.
- Taurina: é um produto final do metabolismo da metionina, é um estabilizador da membrana celular, além de possuir atividade antioxidante na célula e regular a liberação de pró-inflamatórios, (GRIMBLE, 2009). A taurina ajuda também na formação dos sais biliares, importantes na digestão de lipídios (NELSON; COX, 2009).
- Glutationa: é o sistema antioxidante mais abundante nas células animais, sua função encontrar-se ligada em controlar a apoptose, na síntese de proteínas e de DNA, metabolismo de nutrientes. Dessa forma, o sistema antioxidante é vital para reduzir ou eliminar esses agentes oxidantes, evitando destruição celular, além, de permitir que o metabolismo celular ocorra normalmente, (GRIMBLE, 2009).

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABREU, P. G. de; ABREU, V. M. N. Conforto térmico para aves. Concórdia: EMBRAPA-CNPSA, 2004. 55 p. (EMBRAPA-CNPSA. Comunicado técnico, 365) **Biblioteca(s):** Embrapa Suínos e Aves.

AUSTIC, R.E., 1985. Feeding poultry in hot and cold climates. Pages 123-136 in: Stress Physiology in Livestock. Youssef M. K. eds.123-136 **CRC Press Boca Raton, FL.**

BERTECHINI, A.G. **Nutrição de monogástricos.** Lavras: UFLA, v.2, 2012. 373p.

BERTECHINI, A.G. Situação Atual e Perspectivas Para a Coturnicultura no Brasil. In: IV Simpósio Internacional e III Congresso Brasileiro de Coturnicultura. 2010. Lavras: **Anais...** Lavras - MG, 2010.

BUNCHASAK C., SILAPASORN T. Effects of adding methionine in low-protein diet on production performance, reproductive organs and chemical liver composition of laying hens under tropical conditions. **Poultry Science**, 4 (5): 301-308, 2005.

CARVALHO, L.S.S. Nutrição de poedeiras em clima quente. **Revista Científica Eletrônica de Medicina Veterinária**, ano 9, n.18, 2012.

D'MELLO, J.P.F. Amino Acids as Multifunctional Molecules. In: D'Mello, J.P.F. (Ed.). **Amino Acids in Animal Nutrition**. 2nd. ed. Wallingford: CAB International, 2003. p.1-14.

DEATON, J.W., F.N. REECE, J.L. MCNAUGHTON, B.D. LOTT, 1981. Effect of differing temperature cycles on egg shell quality an layer performance. **Poultry Science**, 60: 733-737.

DONKOH, A., 1989. Ambient temperature: a factor affecting performance and physiological response of broiler chickens. **Int. J. Biometeorol.**, 33: 259-265.

FILHO, J. A. D. B. Avaliação do bem-estar de aves poedeiras e diferentes sistemas de produção e condições ambientais, utilizando análise de imagens. Ano 2004. 140 folhas. **Dissertação (mestrado em agronomia, área de concentração: Física do Ambiente Agrícola)** - Universidade de São Paulo- Piracicaba - SP, 2004.

FURLAN, R. L.; MACARI, M. Termorregulação. In: MACARI, M.; FURLAN, R. L.; GONZALES, E. Fisiologia aviária aplicada a frangos de corte. 2. ed. Jaboticabal: **FUNEP**, 2008, p. 209-230.

FURLAN, R.L. Influência da temperatura na produção de frangos de corte. In: SIMPÓSIO BRASIL SUL DE AVICULTURA, 7., 2006, Chapecó. **Anais...** Santa Catarina: Embrapa Suínos e Aves, 2006. p.104.

GONZALES, E. Interferência do calor na nutrição de poedeiras. In: CURSO DE ATUALIZAÇÃO EM AVICULTURA PARA POSTURA COMERCIAL, 2, 2005, Jaboticabal. **Anais...**Jaboticabal: **FUNEP**, 2005, p. 119-140.

GRIMBLE, ROBERT. Sulfur amino acids, glutathione, and immune function. Glutathione and Sulfur Amino Acids in Human Health and Disease, edited by Roberta M, Guiseppe M. Hoboken, NJ: John Wiley and Sons, Inc (2009): 273-288.



LEESON, S.; SUMMERS, J. D. Commercial. **Poultry Nutrition**. 4<sup>a</sup> ed. Guelph: University Books, 2001, p.176-330.

LEITE, R.S.; ROCHA J.S.R.; MICHEL B.C.; LARA L.J.C; ORNELAS E.A.; CANÇADO S.V.; BAIÃO, C. Efeitos de planos nutricionais e de fontes de metionina sobre o desempenho, rendimento e composição de carcaças de frangos de corte. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 61, n.5, p.1120-1127, 2009

LEWIS, A. J. "Methionine-cystine relationships in pig nutrition. Amino acids in animal nutrition (Ed. JPF D'Mello). CABI **Publishing, Wallingford, Oxon, UK**, 2003: 143-155.

LEWIS, M.R.; ROSE, S. P.; MACKENZIE, A. M.; TUCKER, L. A. Effects of dietary inclusion of plant extracts on the growth performance of male broiler chickens." **British Poultry Science** 44.S1 (2003): 43-44

MACARI, M., AND R. L. FURLAN. Ambiência na produção de aves em clima tropical. Ambiência na produção de aves em clima tropical. Piracicaba: **FUNEP** 1 (2001): 31-87.

MACK, L.A., FELVER-GANT, J.N., DENNIS, R.L. Genetic variations alter production and behavioral responses following heat stress in two strains of laying hens. **Poultry Science**, 92, 285-294. 2013.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL -NRC.Committee on Animal Nutrition. Subcommittee on Poultry Nutrition. Washington, EUA. **Nutrient Requirements of Poultry**, 9.ed. Washington, National Academy of Sciences, 1994. 155p

NELSON, D.L., COX, M.M., 2014. **Princípios de Bioquímica de Lehninger**. 6th ed., Artmed, Porto Alegre, 2014.

PASTORE, S.M.; OLIVEIRA, W.P. de; MUNIZ, J.C.L. Panorama da coturnicultura no Brasil. **Revista eletrônica Nutritime**. vol.9, n.6, p.2041–2049, Nov/Dez. 2012

PAVAN, A.C., MÓRI, C., GARCIA, E.A. Níveis de proteína bruta e de aminoácidos sulfurados totais sobre o desempenho, a qualidade dos ovos e a excreção de nitrogênio de poedeiras de ovos marrons. **Revista Brasileira de Zootecnia**, 34, 2, 568-574, 2005.

PEGURI, A. and C. COON, 1991. Effect of temperature and Summers, dietary energy on layer performance. **Poultry Science**, 70: Response of laying hens to mash and pellet diet 126-138.

PILLAI, P. B. et al. Homocysteine remethylation in Young broilers fed varying levels of methionine, choline, and betaine. **Poultry Science**, Savoy, v.85, n.1, p.90-95, 2006.

PINTO, R.; DONZELE, J.L.; FERREIRA, A.S. et al. Exigência de metionina + cistina para codornas japonesas em postura. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.32, n.5, p.1182-1189, 2003.

QUEVEDO FILHO, I. B. Farelo integral de arroz parboilizado na alimentação de codornas japonesas (*Coturnix coturnix japonica*) nas fases de crescimento e produção. 2012. 84 p. **Dissertação (Mestrado em Zootecnia)** - Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, CE, 2012 requirements of slow- and fast-feathering male broilers from zero to three weeks of age.

RODRIGUES, E. Fisiologia da homeotermia. 2006 Disponível em: <<http://www.ufrrj/institutos/it/dau/profs/edmundo>> Acesso em 10 de outubro de 2018.

RODWELL, V. W. Metabolism of protein and amino acids. 4th ed. Harper's Biochemistry. **Lange Medical Books**, New York, 2006.

SIEGEL, H.S., 1995. Stress, strains and resistance. Br. National Research Council, 1994. Nutrition Requirement, **Poultry Science**. 36: 3-22.

TESSERAUD, S.; COUSTARD, S.M.; Collin, A. and Seiliez, I. 2009. Role of sulfur amino acids in controlling nutrients metabolism and cell **Archivos de zootecnia** vol. 63 (R), p. 83. Implications for nutrition. *British Journal of Nutrition*, 101(8), 1132-1139.

TURATTI JM, GOMES RAR, ATHIÉ I. Lipídeos: aspectos funcionais e novas tendências. Campinas: **ITAL**; 2002.

WALDROUP, P.W., 1982. Influence of environmental temperature on protein and amino acid needs of poultry. **Fed. Proc.**, 41: 2821-2823.

WALDROUP, P.W., R.J. MITCHELL, J.R. Payne and K.R. Hazen, 1976. Performance of chicks fed diets Formulated to minimize excess levels of essential amino acids, **Poultry Science**. 55: 243-253.

WILLEMSSEN H.; SWENNEN Q.; EVERAERT N.; GERAERT P.A.; MERCIER Y.; STINCKENS A.; DECUYPERE E.; BUYSE J. Effects of dietary supplementation of methionine and its hydroxy analog DL-2-hydroxy-4 methylthiobutanoic acid on growth performance, plasma hormone levels, and the redox status of broiler chickens exposed to high temperatures. **Poultry Science**, v.90, p. 2311-2320, 2011.

WU G. & DAVIS D.A. (2005) Interrelationship among methionine, choline, and betaine in channel catfish, *Ictalurus punctatus*. **Journal of the World Aquaculture Society** 36, 337–345.

**CAPÍTULO II. DESEMPENHO PRODUTIVO E QUALIDADE DE OVOS DE  
CODORNAS SUPLEMENTADAS COM NÍVEIS DE METIONINA+CISTINA  
SUBMETIDAS A DIFERENTES AMBIENTES TÉRMICOS**

DESEMPENHO PRODUTIVO E QUALIDADE DE OVOS DE CODORNAS  
SUPLEMENTADAS COM NÍVEIS DE METIONINA+CISTINA SUBMETIDAS A  
DIFERENTES AMBIENTES TÉRMICOS

**RESUMO**

**SOUZA, R. G. Níveis de metionina + cistina para codornas japonesas em fase de postura submetidas a diferentes ambientes térmicos.** 2018. 44p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia). Orientador: Prof. Dr. Edilson Saraiva Paes. Programa de Pós-Graduação em Zootecnia. UFPB. Areia-PB. 2018

Objetivou-se avaliar se aminoácidos sulfurados (metionina + cistina) minimizam os efeitos deletérios do estresse térmico na produção e qualidade de ovos para de codornas japonesas no pico da postura aos 56 dias de vida. Para tanto, foram utilizadas 504 codornas japonesas, que foram distribuído em um delineamento inteiramente casualizado divididos em 12 tratamentos, sendo estes constituídos por: 3 níveis de metionina+cistina (100%, 110% e 120%) e quatro temperaturas (20, 24, 28 e 32 °C), com seis repetições e sete animais por unidade experimental. O experimento foi dividido em 4 períodos de 21 dias. Os parâmetros avaliados foram submetidos a ANOVA, probabilidade de 5% e para as variáveis que apresentaram diferença estatística estas foram comparadas pelo teste de Tukey. Os parâmetros avaliados foram consumo de ração, produção, massa de ovos, conversão/ massa de ovo, conversão/dúzia, peso médio dos ovos, peso gema, altura do albúmen, peso casca, espessura, unidade Haugh, gravidade. Para os resultados de desempenho não houve interação entre os níveis de metionina+cistina e a temperatura, entretanto, a medida que as temperaturas foram aumentadas, todos os parâmetros de desempenho foram afetados negativamente. Para os resultados de qualidade de ovo, não houve interação entre os níveis de metionina+cistina e a temperatura e estes não difereriram estatisticamente entre os níveis utilizados. Conclui-se que para codornas japonesas em fase de postura, uma faixa de temperatura a entre 20 a 28°C é indicada, tendo em vista que nessa faixa os parâmetros tanto de desempenho como de qualidade do ovo não foram afetados. E recomenda-se que se faça o uso do nível mais baixo (100%) da DL-metionina+ cistina, tornando-se mais viável economicamente ao produtor, já que a suplementação de Metionina+ Cistina não reverteu os efeitos deletérios do estresse térmico na produção e qualidade os ovos.

**Palavras-chave:** aminoácidos sulfurados, coturnicultura, estresse, nutrição.

UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA  
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ZOOTECNIA

**ABSTRACT**

**SOUZA, R. G. Levels of methionine + cystine for Japanese laying quails submitted to different thermal environments .2018. 44 p. Dissertation (Master in Animal Science). Advisor: Prof. Dr. Edilson Paes Saraiva. Graduate Program in Animal Science. UFPB. Areia-PB. 2018.**

The objective of this study was to evaluate whether sulfur amino acids (methionine + cystine) minimize the deleterious effects of heat stress on egg production and quality of Japanese quails at the peak of posture at 56 days of age. A total of 504 Japanese quails were used, which were distributed in a completely randomized design divided in 12 treatments, consisting of: 3 methionine + cystine (100%, 110% and 120%) and four temperatures (20, 24 , 28 and 32 ° C), with six replicates and seven animals per experimental unit. The experiment was divided into 4 periods of 21 days. The parameters evaluated were submitted to ANOVA, 5% probability and for the variables that presented statistical difference, these were compared by the Tukey test. The parameters evaluated were feed intake, egg mass, egg mass, conversion / dozen, mean egg weight, yolk weight, albumen height, bark weight, thickness, Haugh unit, severity. For performance results there was no interaction between methionine + cystine levels and temperature, however, as temperatures were increased, all performance parameters were negatively affected. For egg quality results, there was no interaction between methionine + cystine levels and temperature and these did not differ statistically between the levels used. It is concluded that for Japanese laying quails, a temperature range between 20 and 28 ° C is indicated, considering that in this range both performance and egg quality parameters were not affected. It is recommended to use the lowest level (100%) of DL-methionine + cystine, making it more economically viable to the producer, since the supplementation of Methionine + Cystine did not reverse the deleterious effects of thermal stress in the production and quality eggs.

**Key words:** amino acids, coturniculture, stress, nutrition.

## 1. INTRODUÇÃO

Nos últimos anos a coturnicultura no Brasil vem crescendo de maneira considerável, se tornando uma atividade atrativa e rentável (GERON et al., 2014). Segundo o IBGE (2017), a produção brasileira de ovos de codorna foi de 290,8 milhões de dúzias, 7% a mais que no ano anterior (273,30 milhões de dúzias). A produção de ovos de codorna em larga escala tornou-se viável, pois, se adequou às novas tecnologias existentes, aliadas a precocidade sexual (ARAÚJO et al., 2015) e a produtividade elevada das codornas (LIMA et al., 2015), passando de atividade utilizada para a subsistência para uma atividade altamente tecnificada com resultados promissores aos investidores (GERON et al., 2016; SAKAMOTO et al., 2016).

As codornas são consideradas aves exigentes quanto aos limites das variáveis climáticas. Para codornas japonesas na fase produtiva, as temperaturas de 27°C (VERCESE et al., 2012) e 28°C (CASTRO, 2014) foram relatadas como o limite a partir do qual se iniciou a redução no consumo de ração e as perdas na qualidade dos ovos, indicando os efeitos do estresse por calor. Como no Brasil, em sua maior extensão, possui altas temperaturas, a produção das codornas de postura pode acabar sendo prejudicada, pois a ave poderá não conseguir manter a frequência respiratória alta o bastante para remover o excesso de calor interno, levando a hipertermia, seguida de prostração e morte (MOURA, 2001).

A susceptibilidade das aves ao estresse por calor aumenta à medida que a umidade relativa e temperatura ambiente ultrapassam a zona de conforto térmico, dificultando assim, a dissipação de calor, incrementando, conseqüentemente, a temperatura corporal da ave, com efeito negativo sobre o desempenho (BORGES; MAIORKA; SILVA, 2003), resultando em redução do consumo de ração que conseqüentemente reduz o ganho de peso, a produção de ovos, o peso dos ovos. Ademais aves que são submetidas a estresse por calor desviam sua energia para manter a homeotermia, energia essa que deveria ser usada para a produção e reprodução.

Nos últimos anos, a indústria tem empregado aminoácidos industriais e os nutricionistas vêm utilizando com maior frequência esses produtos nas rações, em razão da facilidade de compra e dos preços mais acessíveis. Esse fato vem proporcionado a formulação de dietas mais balanceadas, minimizando a perda de nutrientes da ração, além de possibilitar a obtenção de rações de menor custo e com menor teor de proteína bruta.

Aminoácidos industriais que vem sendo utilizados com grande frequência. A DL-metionina é um dos aminoácidos industriais. A metionina é um aminoácido sulfuroso, essencial

e limitante para a produção de aves. Desempenha funções relacionadas à deposição protéica, desenvolvimento de penas, produção de ovos e atuação no metabolismo de lipídeos (KALINOWSKI et al., 2003). Desta forma, a DL-metionina é adicionada de forma rotineira em rações de aves na avicultura industrial, uma vez que pode ser convertida em cistina e, assim, aumentar os níveis de ambos os aminoácidos nas rações até os valores recomendados pela literatura.

Contudo, a exigência de metionina + cistina sugerida pelas tabelas existentes varia, sendo recomendado desde 0,80% por MITCHELL & ROBBINS (1984), 0,86% por ROSTAGNO et al., (2000) e 0,90% de Met + Cis total pelo National Research Council (NRC,1994).

Esses desacordos encontrados na literatura podem ser devido as diferenças de linhagens, de sexo, da temperatura ambiente, dos níveis de proteína bruta e da concentração de energia metabolizável da ração verificadas naqueles trabalhos.

Com relação à temperatura ambiente, existem evidências que sugerem alterações na exigência de aminoácidos para pintos de corte quando estes são mantidos em diferentes temperaturas, o que pode ocorrer devido a modificações hormonais e fisiológicas quando as aves são expostas a estresse térmico. Tais alterações no metabolismo dos animais podem causar mudanças no empenamento e peso de órgãos (OLIVEIRA NETO, 1999), no perfil de aminoácidos no plasma sanguíneo (GERAERT et al., 1997) e, como consequência, podem alterar as exigências dos nutrientes (aminoácidos) utilizados no processo de síntese protéica destes tecidos corporais e na produção de ovos.

Deste modo, objetivou-se avaliar se aminoácidos sulfurados (metionina + cistina) minimizam os efeitos deletérios do estresse térmico na produção e qualidade de ovos para de codornas japonesas no pico da postura aos 56 dias de vida.

## **2. MATERIAL E MÉTODOS**

O ensaio experimental foi realizado nas câmaras climáticas da Unidade de Pesquisa em Bioclimatologia, Comportamento e Bem-estar Animal, do Departamento de Zootecnia, no Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal da Paraíba, Campus II, em Areia - PB. nos meses de abril a julho de 2017. O protocolo experimental nº 097/2015 foi aprovado pelo Comitê de Ética no Uso de Animais da Universidade Federal da Paraíba (CEUA-UFPB).

## **2.1. Manejo Pré-Experimento, Instalações e Delineamento**

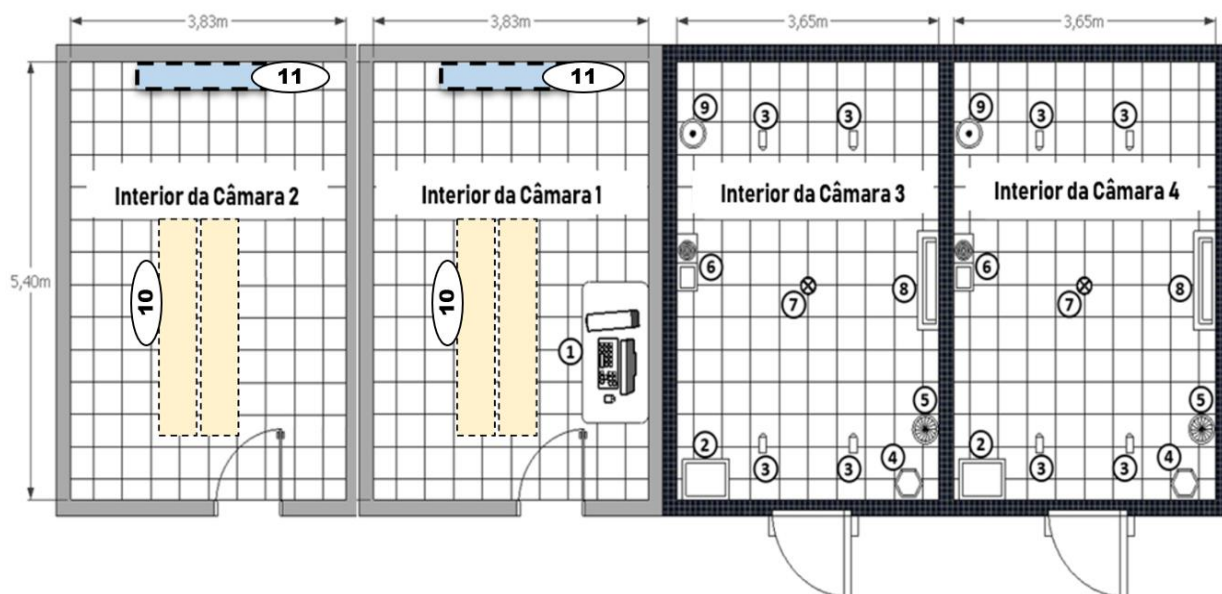
No experimento foram utilizadas um total de 504 codornas japonesas em fase de produção com peso de 180g. Os animais foram distribuídos em gaiolas, conforme o delineamento experimental inteiramente casualizado em esquema fatorial 3x4, sendo três níveis de metionina+cistina (NRC 100%, 110% e 120%) e quatro temperaturas (20, 24, 28 e 32 °C), representando faixas de termoneutralidade e de estresse térmico, totalizando doze tratamentos com seis repetições de sete aves cada, com um total de 72 parcelas ou unidades experimentais.

Duas semanas antes do início do experimento, ocorreu um período de controle da produção de ovos para certificação da produtividade das codornas em cada unidade experimental. As aves foram distribuídas de acordo com a produtividade média e logo em seguida as parcelas foram pesadas e identificadas por tratamento e repetição.

O experimento iniciou-se aos 56 dias de vida das codornas, quando estas se encontravam com média de 93% de postura, e foi dividido em quatro fases de 21 dias, totalizando 84 dias de avaliação.

Foram utilizadas quatro câmaras bioclimáticas (Figura 3), cada uma com os dois fatores testados. As salas possuíam dimensões de 5,40 m de comprimento por 3,83 m de largura. Cada câmara contou com gaiolas de arame galvanizado, com as dimensões de 47 × 23,5 × 16 cm (comprimento × largura × altura), providas de comedouros tipo calha e bebedouros tipo “nipple” adequados à fase de desenvolvimento dos animais. Os comedouros foram abastecidos com as rações experimentais duas vezes ao dia, às 7:00 e às 16:00 horas.





**Figura 3.** Esquema geral da sala de controle e câmaras climáticas: 1. Painel de controle; 2. Desumidificador; 3. Câmera filmadora; 4. Umidificador; 5. Exaustor (Pressão Negativa); 6. Aquecedor; 7. Termostato; 8. Ar condicionado; 9. Exaustor (Pressão Positiva); 10. Gaiolas; 11. Ar condicionado

Durante o período experimental, as aves receberam ração e água à vontade. A água foi trocada duas vezes ao dia para evitar o seu aquecimento. A temperatura das salas foi controlada por meio de aquecedores acoplados a um termostato elétrico e através da utilização de ar condicionado, dotado de controle automático de temperatura. A renovação e movimentação do ar foram efetuadas por exaustores axiais de parede. As temperaturas e umidades relativas do ar, de cada ensaio experimental, foram monitoradas por termohigrômetros digitais de máxima e mínima, pela manhã e ao final da tarde. A umidade relativa manteve-se em torno de 60%. Os sensores foram fixados ao nível do centro de massa dos animais, caracterizando o microclima local.

## 2.2. Dietas Experimentais

As dietas experimentais (Tabela 1), utilizadas no estudo, foram formuladas com base nas segundo recomendação do NRC (1994), sendo divididas em doze tratamentos, de acordo com os níveis de Metionina + Cistina (M+T) total. A diferença da inclusão de M + C entre as rações experimentais foi anulada com o uso de inerte.

**Tabela 1** - Dietas experimentais contendo três níveis de suplementação de Metionina + Cistina em quatro temperaturas para codornas japonesas na fase de postura.

Tratamentos	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10	T11	T12
Temperatura (°C)	20	24	28	32	20	24	28	32	20	24	28	32
Nível de M+C	100%	100%	100%	100%	110%	110%	110%	110%	120%	120%	120%	120%
Ingredientes												
Milho grão	57,570	57,570	57,570	57,570	57,570	57,570	57,570	57,570	57,570	57,570	57,570	57,570
Farelo de Soja	30,021	30,021	30,021	30,021	30,021	30,021	30,021	30,021	30,021	30,021	30,021	30,021
Óleo de soja	1,872	1,872	1,872	1,872	1,872	1,872	1,872	1,872	1,872	1,872	1,872	1,872
Proteinose	3,100	3,100	3,100	3,100	3,100	3,100	3,100	3,100	3,100	3,100	3,100	3,100
DL-Metionina	<b>0,020</b>	<b>0,020</b>	<b>0,020</b>	<b>0,020</b>	<b>0,090</b>	<b>0,090</b>	<b>0,090</b>	<b>0,090</b>	<b>0,160</b>	<b>0,160</b>	<b>0,160</b>	<b>0,160</b>
L-Lisina HCL	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Fosfato Bicálcico	1,156	1,156	1,156	1,156	1,156	1,156	1,156	1,156	1,156	1,156	1,156	1,156
Sal	0,332	0,332	0,332	0,332	0,332	0,332	0,332	0,332	0,332	0,332	0,332	0,332
Calcário	5,639	5,639	5,639	5,639	5,639	5,639	5,639	5,639	5,639	5,639	5,639	5,639
Colina	0,070	0,070	0,070	0,070	0,070	0,070	0,070	0,070	0,070	0,070	0,070	0,070
Premix Mineral <sup>2</sup>	0,050	0,050	0,050	0,050	0,050	0,050	0,050	0,050	0,050	0,050	0,050	0,050
Premix Vitamínico <sup>3</sup>	0,025	0,025	0,025	0,025	0,025	0,025	0,025	0,025	0,025	0,025	0,025	0,025
Antioxidante	0,010	0,010	0,010	0,010	0,010	0,010	0,010	0,010	0,010	0,010	0,010	0,010
Coccidiostático	0,005	0,005	0,005	0,005	0,005	0,005	0,005	0,005	0,005	0,005	0,005	0,005
Inerte	<b>0,134</b>	<b>0,134</b>	<b>0,134</b>	<b>0,134</b>	<b>0,064</b>	<b>0,064</b>	<b>0,064</b>	<b>0,064</b>	<b>0,000</b>	<b>0,000</b>	<b>0,000</b>	<b>0,000</b>
Total	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0
Composição Nutricional												
Energia	Metabolizável											
(kcal/kg)	2,900	2,900	2,900	2,900	2,900	2,900	2,900	2,900	2,900	2,900	2,900	2,900
Proteína Bruta (%)	20,00	20,00	20,00	20,00	20,01	20,01	20,01	20,01	20,03	20,03	20,03	20,03
Metionina +cistina total (%)	<b>0,700</b>	<b>0,700</b>	<b>0,700</b>	<b>0,700</b>	<b>0,770</b>	<b>0,770</b>	<b>0,770</b>	<b>0,770</b>	<b>0,840</b>	<b>0,840</b>	<b>0,840</b>	<b>0,840</b>
Lisina total (%)	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
Cálcio (%)	2,500	2,500	2,500	2,500	2,500	2,500	2,500	2,500	2,500	2,500	2,500	2,500
Fosforo Disponível (%)	0,350	0,350	0,350	0,350	0,350	0,350	0,350	0,350	0,350	0,350	0,350	0,350
Cloro (%)	0,258	0,258	0,258	0,258	0,258	0,258	0,258	0,258	0,258	0,258	0,258	0,258
Sódio (%)	0,150	0,150	0,150	0,150	0,150	0,150	0,150	0,150	0,150	0,150	0,150	0,150
Potássio (%)	0,724	0,724	0,724	0,724	0,724	0,724	0,724	0,724	0,724	0,724	0,724	0,724
Manganês (%)	12,628	12,628	12,628	12,628	12,628	12,628	12,628	12,628	12,628	12,628	12,628	12,628
Selênio (%)	0,172	0,172	0,172	0,172	0,172	0,172	0,172	0,172	0,172	0,172	0,172	0,172
Ácido Linoleico (%)	2,353	2,353	2,353	2,353	2,353	2,353	2,353	2,353	2,353	2,353	2,353	2,353

<sup>2</sup>Premix Vitamínico Postura - Composição por kg de ração: 1000mg de ácido fólico; 1562mg de ácido pantotênico; 100µg de biotina; 3980mg de niacina; 7000000UI de vit. D3; 2000mg de vit. E; 3000µg de vit. B12; 4000mg de vit. B2; 3000mg de vit. B<sup>6</sup>; 2100000UI de vit. D3; 2000mg de vit. K3; 200mg de selênio; 100000mg de antioxidante. <sup>3</sup>Premix Mineral Aves - Composição por kg de ração: 70000mg de zinco (mín.); 1500mg de iodo (mín.); 8500mg de cobre (mín.); 75000mg de manganês (mín.); 50000mg de ferro (mín.); 200mg de cobalto.

### 2.3. Desempenho

As características de desempenho avaliadas, no ensaio experimental, foram: consumo de ração, porcentagem de postura, porcentagem de ovos íntegros, peso médio dos ovos, massa de ovos, conversão alimentar por dúzia e por massa de ovos produzidos. Diariamente, foram anotados em formulários próprios, os dados do número de ovos inteiros. O número de ovos quebrados também foi coletado, para posterior cálculo da porcentagem de postura e de ovos íntegros.

O consumo de ração foi determinado a cada período, através da diferença entre a quantidade de ração fornecida e as sobras existentes no final de cada período de vinte e um dias. O resultado foi dividido pelo número médio de aves de cada parcela e expresso em gramas por ave por dia. A ração correspondente a cada unidade experimental foi pesada e acondicionada em baldes plásticos com capacidade de 3 kg de ração, devidamente identificados. No caso de aves mortas durante o período, o consumo médio da parcela foi corrigido, obtendo-se o consumo médio verdadeiro para a unidade experimental.

Para as análises de desempenho também foram mensuradas as porcentagens de postura por parcela, referente à produção total de ovos. A porcentagem de postura foi obtida dividindo-se o número total de ovos postos por gaiola na semana pelo número médio de aves, multiplicado por sete e o resultado multiplicado por 100. A porcentagem de ovos íntegros foi obtida pelo número total de ovos íntegros produzidos na semana, dividido pelo número médio de aves multiplicado por sete, e o resultado multiplicado por 100.

A massa de ovos foi obtida multiplicando-se o peso médio dos ovos de cada parcela pela porcentagem de postura da mesma e o resultado dividido por 100 e expresso em gramas de ovos por ave por dia. Foi realizada a pesagem de todos os ovos individual do dia nos três últimos dias de cada ciclo, de cada parcela experimental.

### 2.4. Qualidade dos ovos

A avaliação da qualidade dos ovos foi efetuada no três últimos dias de cada período de 21 dias. As características de qualidade avaliadas foram: gravidade específica, porcentagens de gema, albúmem e casca, espessura da casca, peso da casca, unidade Haugh e cor de gema. Todos os ovos, de cada parcela, foram pesados em balança analítica com precisão de 0,01g.

A gravidade específica dos ovos foi calculada segundo metodologia descrita por STADELMAN & COTTERILL (1995). Posteriormente à pesagem dos ovos, verificou-se a gravidade específica dos ovos, no qual todos os ovos íntegros coletados foram imersos em soluções de NaCl com densidade variando de 1,005 a 1,100 g/cm<sup>3</sup>, com intervalos de 0,005

g/cm<sup>3</sup> entre elas, sendo a densidade da solução aferida por meio de um densímetro.

A porcentagem de gema foi determinada dividindo-se o peso da gema pelo peso do ovo e o resultado multiplicado por 100 e a porcentagem de albúmen foi determinada dividindo-se o peso do albúmen pelo peso do ovo e o resultado multiplicado por 100. Para o cálculo da porcentagem de casca foi efetuada, inicialmente, a secagem das cascas em estufa de ventilação forçada a 65°C por três dias. Logo após, aguardou-se o equilíbrio entre a temperatura ambiente e a temperatura das cascas, para que a pesagem das mesmas fosse efetuada.

A porcentagem de casca então, foi obtida dividindo-se o peso da casca pelo peso do ovo, e o resultado multiplicado por 100. Para a obtenção da espessura da casca, foram utilizadas as mesmas cascas trabalhadas no item anterior. Foram realizadas duas mensurações na região equatorial do ovo, sendo feita a média dessas mensurações posteriormente, e o resultado expresso em milímetros.

Posteriormente, os três ovos mais homogêneos, próximo ao peso médio, selecionados de cada parcela, foram identificados e quebrados para as mensurações das demais variáveis como a altura de albúmen. Considerou-se a altura do albúmen a medida realizada entre a superfície onde o ovo foi quebrado e a intercessão entre o albúmen e a gema, com o auxílio de um paquímetro em uma superfície plana de vidro.

A cor da gema foi estimada através do leque digital da DSM, o YolkFan™ que permite a medição precisa da cor através de um dispositivo altamente sensível, que avalia a cor da gema do ovo tendo sua própria fonte de luz, o que significa que a leitura é feita sem qualquer interferência externa como a luz ou as diferentes percepções do olho e do julgamento humano.

Para o cálculo da unidade Haugh, além da altura de albúmen, também foi utilizado o peso do ovo, ambos os valores foram substituídos na fórmula para obtenção do valor final.  $UH = 100 \times \log (H - 1,7W^{0,37+7,57})$ , onde H é altura de albúmen em mm e W é o peso do ovo em gramas (SILVERSIDES et al., 1993). As gemas dos três ovos de cada parcela foram pesadas individualmente em uma balança digital para determinação da percentual de gema em relação ao peso do ovo. Para as percentagens de gema e casca foi feito o cálculo em relação ao peso do ovo. Entretanto, para percentual de albúmen, foi determinado por diferença dos constituintes que compunham o peso do ovo:  $100 - (\% \text{ de gema} + \% \text{ de casca})$ .

### **3. ANÁLISE ESTATÍSTICA**

Os dados foram submetidos à ANOVA, usando o programa SAS (1999), com probabilidade de 5% para aceitação ou rejeição da hipótese de nulidade e para as variáveis que apresentaram diferença significativa, as médias foram comparadas pelo teste de Tukey.

### **4. RESULTADOS E DISCUSSÃO**

#### **4.1. Desempenho produtivo**

Sobre as variáveis de desempenho, não foram observadas interações dos níveis de metionina + cistina e as temperaturas para o consumo de ração ( $P=0,64$ ), produção ( $P=0,41$ ), massa de ovo ( $P=0,33$ ), consumo em função da massa de ovo ( $P=0,76$ ), e nem para o consumo por dúzia de ovos ( $P=0,58$ ) (Tabela 2).

Além da densidade energética da dieta, outro fator que pode desencadear alterações no consumo de alimento pelas aves, são os níveis de metionina+cistina das rações. Segundo CHEE & POLIN (1978) e HARPER et al. (1970), a variação dos níveis de metionina+cistina nas rações pode proporcionar desbalanço de aminoácidos, o que altera o perfil de aminoácidos no plasma do animal e ativa os mecanismos reguladores de apetite.

Entretanto, como os níveis de metionina dos tratamentos eram diferentes, o consumo de metionina consequentemente foi diferente, entretanto efeito de desbalanço de aminoácido não ocorreu no presente estudo, sugerindo que os níveis de metionina+cistina avaliados não ocasionaram desbalanceamento aminoacídico e supriram as necessidades das aves para produção e formação dos ovos.

Com base ainda na Tabela 2, pode-se inferir que a resposta zootécnica das codornas com relação ao consumo de ração/dia (CR), produção, massa do ovo (MO), consumo/massa de ovos (CMO), consumo/dúzia de ovos (CDO) foi afetada, de forma negativa, a partir da temperatura de 28°C.

**Tabela 2** - Desempenho de codornas em fase de postura em função dos níveis de metionina + cistina digestível em 4 temperaturas.

	CR	PRODUÇÃO	MO	CMO	CDZO
<b>Teperatura</b>					
<b>20</b>	26,11a	90,69a	10,9a	2,40a	0,34a
<b>24</b>	24,05b	87,61a	10,75a	2,25ab	0,33a
<b>28</b>	22,69b	87,08a	10,65a	2,14ab	0,31ab
<b>32</b>	20,21c	75,26b	8,60b	2,32b	0,32b
<b>Níveis</b>					
<b>100</b>	23,09	85,19	10,35	2,25	0,32
<b>110</b>	23,36	84,49	10,25	2,3	0,33
<b>120</b>	23,34	85,8	10,3	2,28	0,32
<b>Probabilidade</b>					
<b>Temp</b>	<,0001	<,0001	<,0001	0,0074	0,0123
<b>Níveis</b>	0,8521	0,6798	0,8927	0,7333	0,6449
<b>T° vs N</b>	0,64	0,41	0,33	0,76	0,58
<b>CV%</b>	7,78	6,05	6,56	9,88	8,67
<b>EPM</b>	2,34	6,652	0,873	0,291	0,037

CR= Consumo de Ração; CMO= Conversão/Massa de Ovos; CDZO= Conversão/Dúzia de ovos; CV= Coeficiente de Variação; T°= Temperatura; N= Níveis de Metionina; EPM = Erro Padrão da Média; Médias seguidas de letras diferentes diferem entre si pelo teste de Tukey

Codornas são aves exigentes quanto aos limites das variáveis climáticas e a sua zona de conforto térmico em fase de produção situa-se em torno de 18 e 24 °C e a temperatura crítica superior para esses animais é considerada em torno de 28°C. Assim, na medida em que a faixa de temperatura foi aumentada, o desempenho das codornas foi piorado, estes resultados corroboram com os observados por, MAS et al. (2004) e FERREIRA et al., (2005) OLIVEIRA et al. (2007).

Diversos autores têm mostrado que a temperatura ambiente interfere diretamente no consumo de ração das aves, produção, massa do ovo (TEETER et al., 1985; SOUZA & BATISTA, 2012; ARAUJO et al., 2014; EL-TARABANY, 2016), o que também é nitidamente observado na prática e no presente estudo, já que com o aumento da temperatura ambiente o consumo das aves foi diminuído.

As codornas, como outras espécies de aves, modulam o consumo de ração em função da temperatura e da densidade de energia da dieta (SILVA & COSTA, 2009). Esta redução interfere na nutrição, visto que além da redução no consumo da ração, ainda tem a maior demanda da codorna em nutrientes para manter a homeotermia. Segundo ABREU & ABREU (2003), o grau pobre de bem-estar e a falta de conforto térmico interfere no mecanismo termodinâmico que as aves possuem para se protegerem de extremos climáticos, acarretando

desperdício de energia e consequentemente redução no consumo, menor taxa de crescimento, maior conversão alimentar e queda na produção. TINOCO & GATES (2005) observaram que diversos trabalhos têm demonstrado que o consumo de ração pelas aves, a reprodução e a produção de ovos estão intimamente relacionados com condições térmicas do ambiente, demonstrando que a ingestão de alimentos diminui à medida que a temperatura ambiente se eleva a partir de 21°C.

Verificou-se diferença ( $P < 0,05$ ) na conversão alimentar por massa de ovos (CAMO) e por dúzia de ovos (CADZ) entre as temperaturas avaliadas; a medida que houve aumento da temperatura, houve redução na CAMO e CADZ. Estes resultados são similares aos descritos por REIS et al., (2011) estudando o efeito da metionina, cistina e lisina na alimentação de codornas japonesas na fase de postura, submetidas a uma temperatura de 26 °C e UR de 72%, onde encontraram 10,68 g/ave/dia para massa de ovo.

CAMERINI et al. (2013) observaram que com a elevação da temperatura ambiental (20 à 32 °C), em experimento com poedeiras, em câmara climática, houve redução na massa dos ovos.

#### **4.2. Qualidade de ovo**

Não foi observada ( $P > 0,05$ ) interação dos fatores metionina+cistina digestível e as temperaturas sobre as variáveis relacionadas a qualidade de ovo (Tabela 3).

Pode-se inferir que as resposta zootécnica das codornas com relação a qualidade do ovo foi afetada, de forma negativa, e de uma forma maior na temperatura de 32°C, quando comparada às demais temperaturas, exceto para característica de cor; gravidade; % gema; % albumem e % de casca onde a temperatura ( $P > 0,05$ ), não influenciou esse parâmetro. EL-TARABANY (2016), ressalta que a temperatura exerce forte influência para o parâmetro peso do ovo, tendo em vista que codornas estressadas pelo calor tendem a produzir ovos mais leves. O estress por calor reduz a ingestão de alimentos pelas aves, assim como, a digestibilidade dos diferentes componentes da dieta os quais são necessários para a formação do ovo reduzindo o desempenho e a rentabilidade da atividade.

Os resultados obtidos neste estudo reforçam que a espessura da casca dos ovos que se encontravam na faixa de temperatura mais alta apresentou valores menores quando comparados àquele que se encontravam na faixa da zona de termoneutralidade.

**Tabela 3** - Qualidade de ovos de codornas em função dos níveis de metionina + cistina digestível em 4 temperaturas.

	PO	PG	COR	P.ALB	A.ALB	P. CASCA	E. CASCA	GRAV	UH	%GEMA	%ALB	%CASCA
<b>Temperatura</b>												
<b>20</b>	12,04ab	3,65ab	5,12a	7,42a	4,78a	1,06a	0,25a	1,07a	90,60a	30,28a	61,59a	8,84a
<b>24</b>	12,20a	3,71a	5,27a	7,47a	4,86a	1,07a	0,25a	1,07a	90,92a	30,44a	61,29a	8,77a
<b>28</b>	12,32a	3,74a	5,08a	7,40a	4,68a	1,06a	0,24b	1,07a	89,64b	30,34a	60,01ab	8,64a
<b>32</b>	11,83b	3,59b	5,17a	6,95b	4,43b	1,02b	0,24b	1,07a	88,53c	30,37a	58,80b	8,61a
<b>Níveis</b>												
<b>100</b>	12,01	3,64	5	7,33	4,62	1,04	0,24	1,07	89,49	30,34	61,09	8,69
<b>110</b>	12,19	3,69	5,17	7,38	4,7	1,06	0,24	1,07	90,45	30,31	60,54	8,71
<b>120</b>	12,1	3,68	5,23	7,21	4,65	1,06	0,25	1,07	89,82	30,42	59,63	8,75
<b>Probabilidade</b>												
<b>Temp.</b>	0,0008	0,0029	0,0451	0,0004	<,0001	0,0004	0,0111	0,8243	<,0001	0,9353	0,003	0,044
<b>Níveis</b>	0,2249	0,3534	<.0001	0,33	0,0082	0,2202	0,1066	0,3172	0,0498	0,8696	0,1113	0,7718
<b>T° vs N</b>	0,338	0,167	0,318	0,752	0,515	0,804	0,443	0,585	0,209	0,92	0,124	0,556
<b>CV%</b>	2,965	3,371	2,65	5,331	4,409	3,622	4,996	0,362	1,484	2,468	3,958	3,086
<b>EPM</b>	0,463	0,16	0,259	0,503	0,265	0,049	0,016	0,005	1,723	0,967	3,087	0,347

P. Alb = PesoAlbúmen; A. Alb =Altura do Albúmen; P. Casca= Peso da Casca; E. Casca=Espessura da Casca; CV= Coeficiente de Variação; EPM = Erro Padrão da Média; Médias seguidas de letras diferentes diferem entre si pelo teste de Tukey



Segundo KING'ORI (2012), a espessura da casca do ovo pode ser influenciada por vários fatores, incluindo os minerais; tais como o cálcio, magnésio e fósforo, como os principais constituintes inorgânicos da casca de ovo. PEREIRA (2005), relata que o estresse térmico pelo excesso de calor em poedeiras, resulta em baixa qualidade da casca em função da diminuição do  $\text{CO}_2$  no sangue, comprometendo a disponibilidade do íon  $\text{CO}_3$  para a formação do  $\text{CaCO}_3$  e, também, pela menor atividade da anidrase carbônica que tem como função hidratar o dióxido de carbono que vai ser transformado em ácido carbônico que é a maior fonte de íon carbonato que é utilizado na formação da casca do ovo, e como consequência ovos com piores cascas, corroborando os resultados encontrados no presente estudo.

Não houve influência ( $P>0,05$ ) das temperaturas sobre a gravidade específica. A gravidade específica dos ovos apresenta relação direta com o percentual de casca, podendo ser utilizada como método indireto na determinação da qualidade da casca, como CASTRO (2014) que ao avaliar o desempenho e a qualidade de ovos de codornas japonesas sob efeito de diferentes temperaturas, observaram, para ambientes à 20 e 32 °C, obteve valores médios de gravidade específica de 1,07 e 1,066 g cm<sup>3</sup>. Onde, considera-se que quanto a maior gravidade específica, esta resulta em melhor qualidade de casca do ovo, melhora o tempo de armazenamento, reduz quebras no transporte e manuseio e consequentemente menores trocas fluidas entre o interior deste e o meio externo, obtendo como resultado um produto final de melhor qualidade ao consumidor.

O menor valor da UH das aves mantidas sob ambiente de 32°C pode ter ocorrido devido ao estresse que as aves sofreram, o que pode comprometer a qualidade interna dos ovos. A pesquisa corrobora com KIRUNDA et al. (2001), que citam diminuição dos valores da unidade de Haugh após o estresse térmico a 34°C em comparação com os valores antes da situação de estresse para poedeiras. Levando em conta que, valores de unidade Haugh mais elevados remetem à maior qualidade dos ovos, neste experimento, codornas confinadas nas condições de 20° e 24 ° C apresentaram valores médios de UH da ordem 90,60 e 90,92 respectivamente,3 Sendo assim, pode-se deduzir que as aves, por estarem expostas às condições de termoneutralidade, utilizaram eficientemente suas energias na produção de albúmen melhorando a relação entre o peso do ovo e a altura da clara.

Por outro lado, codornas submetidas a estresse por calor apresentaram menores valor de UH, consequentemente ovos de menor qualidade. Vale notar que ovos de aves mantidos em temperaturas mais altas ainda assim são classificados como AA pelo USDA Egg-Grading Manual (2005), que sugere valores superiores a 72 para essa classificação.

A cor da gema é um critério de avaliação de qualidade pelo consumidor ou indústria. Entretanto, o ovo de codorna geralmente é consumido cozido e inteiro, ao contrário do ovo de galinha, que é submetido à cocção, fritura ou processamento pela indústria alimentícia. (MOURA et al, 2010). Isso torna a cor da gema do ovo de codorna um atributo de importância econômica secundária ou de pouca relevância. Neste trabalho, de acordo com os resultados apresentados na Tabela 3, verifica-se que não houve influência dos níveis de aminoácidos sulfurados sobre a cor, para aves alojadas sob estresse por calor. Sugerindo assim, que aminocidos sulfurados (metionina+ cistina) não possuem influência na cor da gema.

A inclusão de metionina+ cistina não reverteu danos na produção e a qualidade dos ovos em altas temperaturas, possivelmente por ter sido utilizado um valor acima da exigência desses animais, essa metionina deve ter sido catabolizada excretada e não utilizada pelos animais, assim como, se esperava no presente estudo.

## **5. CONCLUSÕES**

Para codornas japonesas em fase de postura uma faixa de temperatura entre 20 a 28°C, é a indicada, e recomenda-se que se faça o uso do nível mais baixo (100%) da DL-metionina+ cistina, tornando-se mais viável economicamente ao produtor. Já que a suplementação de Metionina+ Cistina não reverteu os efeitos deletérios do estresse térmico na produção e qualidade os ovos.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABREU, V. M. A.; ABREU, P.G. Diagnóstico bioclimático para produção de aves na mesorregião centro sul baiano. Concórdia: EMBRAPA SUÍNOS E AVES, 2003. 11 p.
- ARAUJO, J. A, LAÉRCIO, L. G., JÂNIO, J. S. Caracterização climática para frangos de corte no município de redenção – pa. **Enciclopédia biosfera**, v.10, n.19; p. 2014
- ARAÚJO, I. C. S.; MESQUITA, M. A.; ANDRADE, M. A.; CASTEJON, F. V.; CAFÉ, M. B.; ARNHOLD, E.; LEANDRO, N. S. M. Efeito do período e temperatura de armazenamento de ovos férteis sobre o rendimento de incubação e características de qualidade de codornas neonatas. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, Belo Horizonte, v. 67, n. 6, p. 1693-1702, 2015.
- BORGES, S. A.; MAIORKA, A.; SILVA, A. V. F. Fisiologia do estresse calórico e a utilização de eletrólitos em frangos de corte. **Ciência Rural**, v.33, n.5, p.975-981, 2003
- CAMERINI, N. L.; OLIVEIRA, D. L.; SILVA, R. C.; NASCIMENTO, J. W. B.; FURTADO, D. A. Efeito do sistema de criação e do ambiente sobre a qualidade de ovos de poedeiras comerciais. **Engenharia na agricultura**, Viçosa -MG, v.21, n.4, 2013.
- CASTRO, J.O. Avaliação e modelagem do desempenho de codornasjaponesas em postura submetidas a diferentes ambientes térmicos. 2014. 71f. **Tese** (Doutorado em Engenharia Agrícola) -Universidade Federal de Lavras, Viçosa, MG, 2014
- CHEE, K.M.; POLIN, D. Effect of methionine and methods of feeding on feed intake. **Poultry Science**, v. 57, p. 1126, 1978.
- EL-TARABANY, M. S. Effect of thermal stress on fertility and egg quality of Japanese quail. **Journal of Thermal Biology**, v. 61, p. 38-43, 2016 4.2
- FERREIRA, R.A. Maior produção com melhor ambiente para aves, suínos e bovinos. Aprenda Fácil, **Viçosa**, 2005. 371p
- GERAERT, P.A.; PADILHA, J.C.F.; GUILLAUMIN, S. Metabolic and endocrine changes induced by chronic heat exposure chickens: biological and endocrinological variables. **British Journal of Nutrition**, v.75, p.195-204, 1997.
- GERON, L. J. V.; CRUZ, C., PELÍCIA, K.; SOUZA, O. M.; OLIVEIRA, M. S.; SOUSA NETO, E. L.; JUFFO, G. D.; DINIZ, L. C.; CARVALHO, J. T. H.; SILVA, A. P.; COELHO, K. S. M.; ROBERTO, L. S.; PIRES, T. B. Ácido ascórbico na alimentação de codornas criadas em ambiente tropical sobre consumo de nutrientes, desempenho produtivo e qualidade dos ovos. **Boletim de Indústria Animal**, Nova Odessa, v. 73, n. 4, p. 329-338, 2016.
- GERON, L. J. V.; MORAES, K. B.; COSTA, F. G.; TRAUTMANN-MACHADO, R. J.; SANTOS, C. M. D. S.; MUNIZ, P. R. Raspa de mandioca integral desidratada na alimentação de codornas japonesas sobre a produção de ovos e a qualidade dos ovos durante a conservação in natura. **Archives of Veterinary Science**, Curitiba, v. 19, n. 3,p. 36-46, 2014.
- HARPER, A.E.; BENEVENGA, N.J.; WOHLHUETER, R.M. Effects of ingestion of disproportionate amounts of amino acids. **Physiological Reviews**, v. 50, n. 3, p. 428-558, 1970.

KALINOWSKI, A.; MORAN JÚNIOR; E. T.; WYATT, C. "Methionine and cystine requirements of slow-and fast-feathering broiler males from three to six weeks of age." *Poultry Science* 82.9 (2003): 1428-1437

KING´ORI A.ME gg quality defects: types, causes and occurrence -a review. **Journal of Animal Production Advances**, 2(8), 350-357., 2012.

KIRUNDA, D. F.; SCHEIDELER, S. E.; MCKEE, S. R. The efficacy of vitamin E (DL alphatocopheryl acetate) supplementation in hen diets to alleviate egg quality deterioration associated with high temperature exposure. **Poultry Science**, v.80, p.1378-1383, 2001.

LIMA, H. J. D.; BARRETO, S. L. T.; PAULA, E.; DUTRA, D. R.; COSTA, S. L.; ABJAUDE, W. S. Níveis de sódio na ração de codornas japonesas em postura. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, Salvador, v. 16, n. 1, p. 73-81, 2015.

MAS, H.A.R. et al. Energia metabolizável de alimentos protéicos para codornas japonesas (*Coturnixcoturnixjaponica*). In: Simpósio Internacional, 2.; Congresso Brasileiro de Coturnicultura, 2004, Lavras, MG. **Anais...** Lavras: Universidade Federal de Lavras, 2004. p.20

MOURA, D.J. Ambiência na avicultura de corte. In: AMBIÊNCIA NA PRODUÇÃO DE AVES EM CLIMA TROPICAL. 1.ed., Piracicaba: **USP**, p.75-148.2001.

MOURA, A.M.A., J.B. FONSECA, C.B.V. RABELLO, F.N. TAKATA AND N.T.E. OLIVEIRA, 2010. Desempenho e qualidade do ovo de codornas japonesas alimentadas com rações contendo sorgo. **Revista Brasileira de Zootecnia**, 39: 2697-2702

NATIONAL RESEARCH COUNCIL - NRC. **Nutrient requirements of poultry**. Washington, D.C.: National Academic Press, 1994. p.44-45.

OLIVEIRA NETO, A.R. **Efeito de níveis de energia da ração e da temperatura ambiente sobre o desempenho e parâmetros fisiológicos de pintos de corte**. Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, 1999. 111p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Universidade Federal de Viçosa, 1999.

OLIVEIRA, B.L. Importância do manejo na produção de ovos de codornas. In: Simpósio internacional de Coturnicultura, 2., 2004, Lavras. **Anais...** Lavras:Núcleo deEstudos em Ciência e Tecnologia Avícolas, 2007. p.91-96

PEREIRA, J. C. C. Fundamentos de bioclimatologia aplicados à produção animal. Belo Horizonte: **FEPMVZ**, 2005. 195p.

REIS, R.S.; BARRETO, S.L.T.; GOMES, P.C. et al. Relationship of methionine plus cystine with lysine in diets for laying Japanese quails. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.40, n.5, p.1031-1037, 2011.

ROSTAGNO, H.S., ALBINO, L.F.T., DONZELE, J.L., et al., **Tabelas brasileiras para aves e suínos; composição de alimentos e exigências nutricionais**. Viçosa-MG: UFV, Departamento de Zootecnia, 141p, 2000.

SAS Institute Inc., SAS/C OnlineDoc®, Release 6.50, Cary, NC: **SAS Institute Inc.**, 1999.

SAKAMOTO, M. I.; ESTEVES, A. F.; REIS, C. A.; CARREGARO, V. M.; FERNANDES, N.

L.; FERNANDES, J. I. Celulite em codornas japonesas alimentadas com extrato de orégano nas dietas e inoculadas com *Escherichia coli*. **Pesquisa Veterinária Brasileira**, Rio de Janeiro, v. 36, n. 9, p. 831-836, 2016.

STADELMAN, W.J.; COTTERILL, O.J. Egg science and technology. New York/London: **Food Products Press**, 1995.323p

SILVA, J.H.V., COSTA, F.G.P. **Tabela para codornas japonesas e européias**. 2ªed., Ed. FUNEP, Jaboticabal, SP, 110p, 2009.

SILVERSIDES, F. G., TWIZEYIMANA, F., VILLENEUVE, P. Research note: a study relating to the validity of the Haugh unit correction for egg weight in fresh eggs. **Poultry Science**, Champaign, v. 72, p.760-764, 1993

SOUZA, B.B. e BATISTA, N.L. Os efeitos do estresse térmico sobre a fisiologia animal. **Revista Agropecuária Científica do Semiárido**. v. 8, n. 3, p. 06-10, 2012.

TEETER, R.G.; SMITH, M.O.; OWENS, F.N.; et al. Chronic heat stress and respiratory alkalosis: occurrence and treatment in broiler chicks. **Poultry science**.v.64. p.1060-1064, 1985.

TINÔCO, I. F. F; GATES, R. S. Ambiência e construções para matrizes pesadas. IN: MACARI, Marcos e MENDES, Ariel Antônio; (Ed.). Manejo de Matrizes de Corte. Campinas: **FACTA**, p. 11-34, 2005.

USDA. Egg-grading manual. <http://www.ams.usda.gov/poultry>. 10 Nov. 2005

VERCESE, F.; GARCIA, E. A.; SARTORI, J. R. et al. Performance and egg quality of Japanese quails submitted to cyclic heat stress. **Revista Brasileira de Ciência Avícola**, v.14, p.37-41, 2012.